

ископаемых для формирования оптимальной мощности верхнего слоя из пород, благоприятных для биологического освоения;

– формирование благоприятного неуплотненного холмистого рельефа отвалов с разнообразными насаждениями, что является фундаментальной основой для дальнейшей конструкции ландшафта и формирования почвенного и растительного покровов;

– создание таких систем разработки месторождений полезных ископаемых, которые после завершения горных работ обеспечат эстетическое восприятие техногенных ландшафтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области до 2025 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ako.ru/> (Дата обращения: 05.05.2015).
2. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса / В.П. Потапов, В.П. Мазикин, Е.Л. Счастливцев, Н.Ю. Васьлаева. – Новосибирск: Наука, 2005. – 661 с.
3. О в ч и н н и к о в В.А. Комплексность исследований по рекультивации земель, нарушаемых карьерами // Растительность и промышленные загрязнения. 1970. Вып. 7. С. 90 – 96.
4. А н д р о х а н о в В.А., К у р а ч е в В.М. Принципы оценки почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2009. № 2. С. 165 – 169.
5. А н д р о х а н о в В.А., К у р а ч е в В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 221 с.
6. Природно-техногенные комплексы Кузбасса: свойства и режимы функционирования / И.С. Семина, И.П. Беланов, А.М. Шипилова, В.А. Андроханов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 394 с.
7. С е м и н а И.С. О рекультивации нарушенных земель на разрезах Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 12. С. 307 – 315.
8. С е м и н а И.С. Рациональное использование литогенных ресурсов рекультивации как основа для экологически безопасного развития техногенных ландшафтов // Безопасность труда в промышленности. 2013. № 11. С. 36 – 38.
9. Т р о ф и м о в С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. – 300 с.
10. Г а д ж и е в И.М., К у р а ч е в В.М., А н д р о х а н о в В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. – Новосибирск: ЦЭРИС, 2001. – 36 с.

© 2015 г. И.С. Семина
Поступила 5 мая 2015 г.

УДК 666.9:620.22

К.А. Черепанов¹, С.Г. Коротков²

¹Новокузнецкий филиал – институт Кемеровского государственного университета

²Сибирский государственный индустриальный университет

ТЕРМОЗАЩИТА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОДИСПЕРСНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Проблема энергосбережения является одной из главных для стран северного полушария и особенно для России с ее суровым климатом. Одной из основных задач является повышение энергоэффективности и предотвращение потерь тепла при работе теплогенери-

рующих установок во время отопительного сезона.

Важным фактором является применение современных материалов, обеспечивающих длительную (и безаварийную) работу используемых тепловых агрегатов, например, котельных установок. Надежность и эффективность

их работы зависят от многих факторов: вида топлива; способов его сжигания; конструкции топливосжигающих устройств; теплопотерь при транспортировке тепловой энергии и др. При этом важным является и увеличение межремонтного срока работы котельных установок, когда вместо ежегодного ремонта котельного агрегата (особенно его обмуровки) производится защита металлических рабочих поверхностей с помощью современных керамических покрытий, а ремонт обмуровки выполняется с применением нанодисперсных вяжущих композиций, основой которых являются коллоидные растворы (золи), обладающие специфическими свойствами (тиксотропия и дилатансия). Эти так называемые золь-гель-технологии являются наиболее перспективными при создании высокотемпературных керамических покрытий [1, 2], которые могут быть использованы не только в камерах сгорания реактивных двигателей, но и в более простых случаях.

В соответствии со СНиП 21-01 – 97 авторами настоящего исследования разработан термозащитный состав нового поколения, механизм работы которого основан на терморасширении компонентов состава с образованием замкнутых микрополостей, заполненных нейтральным газом (типа N_2 , CO_2), в то время, как в известных термозащитных (огнезащитных) составах (покрытиях) газовые микрополости образуются при горении состава с выделением значительного количества токсичных газов и образованием летучей золы.

Разработанный состав – экологически чистый двухкомпонентный продукт, состоящий из микросфер минерального наполнителя и неорганического клея-связки, основой которого является кремнезоль [3]. При применении не требуется предварительной подготовки защищаемой поверхности, вследствие значительной адгезии разработанного состава в нанесении грунта также нет необходимости. Состав на обрабатываемую поверхность может наноситься кистью, валиком или напылением, он не взрывоопасен, не горюч, может храниться в железной или пластмассовой таре. С загрязненного инструмента, оборудования, одежды, открытых частей тела смывается водой. При толщине наносимого слоя 1 мм реализуется 5 группа огнестойкости, при толщине 1,5 мм – 4 группа огнестойкости.

В последние годы большое внимание привлекли керамические вяжущие суспензии (КВС) с наличием в них коллоидного компонента. Наиболее известны такие суспензии, получаемые из материала кремнеземистого

состава, коллоидную основу которых представляет кремнезоль. Научное обоснование получения керамических суспензий является одним из сложных и все еще недостаточно разработанных вопросов коллоидной химии, в одном из разделов которой изучается взаимосвязь между интенсивностью взаимодействия дисперсных частиц как между собой, так и со средой и их агрегативной устойчивостью. Поведение дисперсных систем с коллоидным компонентом обычно рассматривается на основе теории Дерягина, Ландау, Фервея и Овербека (теория ДЛФО). Основу ее составляет существование в растворе двойного электрического слоя вокруг каждой частицы. В дополнение к теории ДЛФО Б.В. Дерягиным было введено представление о структурной составляющей расклинивающего давления, возникающего в связи с перекрытием граничных слоев жидкости, окружающей взаимодействующие частицы.

На основе исследования поведения водных дисперсных систем оксидных материалов (в том числе и кремнезоля) было выяснено, что структурная составляющая энергии взаимодействия частиц определяется природой вещества и в значительной степени зависит от pH, температуры, концентрации и типа электролита. Процесс растворения кремнезема (при его механо-химической обработке) является каталитическим, он ускоряется в нейтральной и особенно в щелочной среде с высоким значением pH (ионами OH^-).

При изучении структурообразования в тиксотропных сырьевых смесях важными являются процессы, протекающие при твердении самой КВС, поскольку именно они играют основную роль в последующем упрочнении изделий. Контакт частиц дисперсной фазы КВС осуществляется с помощью полимолекулярных пленок – своеобразных адгезионных швов. Последние представляют собой коллоидно-химические структуры (сетки геля), образованные комплексами из гидратированных атомов кремния, алюминия и других элементов. При удалении воды из КВС (при сушке изделий) дисперсные частицы сближаются и на основе пленочного геля возникают высокопрочные фазовые контакты конденсационной структуры.

Описанный механизм твердения КВС протекает и в сырьевой смеси при изготовлении изделия. В этом случае в процессе его упрочнения участвуют как дисперсные частицы КВС, так и частицы используемого заполнителя, который обычно имеет полидисперсный состав. Следует отметить, что большинство КВС (в том числе и

на основе кремнезема) обладают большой адгезией, вследствие чего они являются своеобразным неорганическим клеем-связкой универсального типа. На его основе возможно склеивание неорганических материалов в различных сочетаниях (металлы, дерево, бетон, кирпич, минеральное волокно, стекло, ткани и т.д.).

С использованием изложенного выше механизма поведения коллоидных вяжущих систем авторами была разработана тиксотропная вяжущая композиция, содержащая кремнезоль, наночастицы которого интенсифицируют процесс конденсационного структурообразования во время твердения изделий. Вид применяемого заполнителя зависит от назначения изделия: например, если изготавливается огнеупорный материал (кирпич, блоки, обмазки, торкрет-массы) в качестве заполнителя используется бой огнеупорного кирпича, чаще всего шамотного, при этом приоритет отдается производству неформованных огнеупоров. Исключительной особенностью разработанной сырьевой смеси является то, что после низкотемпературной сушки изделия (штучные и неформованные) приобретают свойства, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 390 – 96 (для плотных) и ГОСТ 5040 – 96 (для пористых) огнеупоров. Причем, как указывалось ранее, обжиг их происходит по-существу во время эксплуатации теплового агрегата. В этом заключается существенное отличие технологии получения изделий на керамических связках от обычной технологии производства огнеупоров, в которой после сушки следует обжиг при температуре 1400 – 1500 °С в специальных печах.

Применение защитной обмазки, полученной по описанной выше технологии, при ремонтах обмуровки котлов в котельных городов юга Кузбасса позволило проводить два, а в некоторых случаях три отопительных сезона без ежегодно проводимых летних ремонтов котлов. Следует отметить, что повышение стойкости футеровки (обмуровки) тепловых агрегатов имеет не только экономический, но и существенный экологический эффект, связанный как с ресурсо- и энергосбережением, так и с уменьшением загрязнения окружающей среды.

Известно, что у пористых (теплоизоляционных) материалов характерным является относительно малая механическая прочность. Если эти материалы применяются при кладке печей, то эта характеристика не играет особого значения, однако, если такие материалы используются при строительстве зданий (в том числе жилых домов), то от них требуется повышенная прочность, особенно это важно при строительстве жилья в сейсмоопасных зонах.

Как известно, в каркасных зданиях стеновые ограждения не являются несущими, их по традиции выполняют из обычного строительного кирпича или различного рода стеновых панелей. На смену им должен прийти легкий, пористый материал, обладающий высокой механической прочностью по сравнению с применяемыми в настоящее время ячеистыми бетонами типа сибита.

С использованием КВС разработана технология получения газобетона с прочностью на сжатие в 1,5 – 2,0 раза превышающей требуемую по ГОСТ 25485 – 85 «Ячеистые бетоны». Эта технология уникальна еще и тем, что в качестве порообразователя используются твердые дисперсные отходы металлургической промышленности, причем завершающим этапом технологии является низкотемпературная сушка. В качестве кладочного раствора также используется указанная выше связка с повышенной вязкостью.

В настоящее время пришли к пониманию того, что эффективные в тепловом отношении ограждающие конструкции зданий, теплоизоляции в промышленности должны быть слоистыми, включающими наружный жесткий, прочный слой и утепляющий слой с низким коэффициентом теплопроводности. Кроме того, такие изделия должны быть долговечными, пожаробезопасными, экологически чистыми и технологичными как с точки зрения их производства, так и монтажа на здании, трубопроводе или элементе теплового агрегата (печи, котле).

Изготавливаемые строительные сэндвич-панели, представляющие собой теплоизоляционный материал (минераловатную плиту или пенополиуретан), заключенный в металлическую оболочку, имеют ограниченное применение. Их практически нельзя использовать при устройстве навесных фасадных систем, особенно в случае художественно-архитектурного решения фасада, и, кроме того, они довольно дороги. Теплоизоляционные плиты с комбинированной структурой с относительно жестким наружным слоем и более мягким внутренним (например, производства компании Rockwool), достаточно хорошо известны, они используются при теплоизоляции железобетонной кровли и металлического профнастила или после нанесения штукатурного слоя по наружной поверхности армирующей шпатлевки. Кроме того, это дорогая продукция и использование ее при строительстве доступного жилья весьма сомнительно.

В связи с указанным выше авторами была разработана ресурсо- и энергосберегающая технология изготовления двухслойных тепло-

изоляционных плит повышенной прочности из базальтового волокна, наружный слой которых выполнен из минеральной сырьевой смеси, изготавливаемой на основе кремнезоля и наносимой на поверхность обычной полужесткой плиты, «закрытой» стеклосеткой, напылением, набрызгом или каким-либо другим способом, причем вязкость наносимой сырьевой массы может регулироваться в широких пределах. После низкотемпературной сушки изделия покрытие приобретает абсолютную влагостойкость и высокую прочность на сжатие, толщина его может изменяться от 1 – 2 до 10 – 15 мм (в зависимости от требований заказчика). Применение таких плит разнообразно: они могут использоваться как при малоэтажном, так и при высотном строительстве, при устройстве плоских кровель и т.д., а также в теплоэнергетике (скорлупы и другие теплоизоляционные изделия для котлоагрегатов).

В последние годы появилась новая технология крепления теплоизоляционных и огнезащитных изделий к защищаемой поверхности: приклеивание их специальным огнестойким клеем. Таков, например, клей Conlit, применяемый компанией Rockwool, который может «работать» до температур порядка 1000 °С.

Авторами разработана технология изготовления аналогичного клея [4], причем изделия на его основе можно использовать при температурах 1500 – 1600 °С. Такой клей является относительно недорогим и экологически чистым продуктом.

Выводы. С использованием нанотехнологии изготовления и применения связующего нового поколения можно получать изделия со значительно улучшенными характеристиками, которые позволяют эффективнее решать проблемы ресурсо- и энергосбережения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волоскова Е.В., Горбунов Ф.К., Полубояров В.А., Гурьянова Т.И., Селютин Г.Е., Гаврилов Ю.Ю., Гончаров А.И. Модифицирование пенополиуретана нанодисперсными керамическими частицами // Перспективные материалы. 2011. № 11. С. 396 – 401.
2. Хоккинг М., Вассантастри В., Сидки П. Металлические и керамические покрытия. – М.: Мир, 2000. – 516 с.
3. Черепанов К.А. Получение и использование вяжущего нового поколения – керамической суспензии кремнеземистого состава // Изв. вуз. Черная металлургия. 2006. № 10. С. 62 – 64
4. Патент № 2144552 РФ. Способ получения силикатного клея-связки / К.А. Черепанов, В.А. Полубояров, Е.П. Ушакова, А.И. Черепанов, В.К. Черепанова // Заявл. 08.04.1998; опубл. 20.01.2000.

© 2015 г. К.А. Черепанов, С.Г. Коротков
Поступила 18 мая 2015 г.